

LASER- JA KOMBIKONEEN KÄYTÖN OPTIMOINTI

Case: Halton Marine Oy

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma
Tuotantopainotteinen mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Jason Parman

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka

PARMAN, JASON:

Laser- ja kombikoneen käytön optimointi

Case: Halton Marine Oy

Tuotantopainotteisen mekatroniikan opinnäytetyö, 30 sivua, 4 liitesivua

Kevät 2015

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön aiheena on laserleikkurin ja kombikoneen käytön optimointi. Työn toimeksiantaja oli Halton Marine Oy, ja työ tehtiin yrityksen Lahden-tehtaalle.

Vuoden 2014 kesällä yrityksessä käyttöön otettiin uusi Prima Powerin valmistama LPe6f-mallin kombikone, jossa työstöön käytetään laseria ja mekaanista työstöä. Uusi kone tuli aiemmin käytössä olleen vain mekaanista työstöä käyttäneen Amadan valmistaman levytyökeskuksen tilalle. Vanha levytyökeskus poistettiin käytöstä tuotannon kasvaessa, tilalle hankittiin tehokkaampi ja modernimpi laite. Uuden koneen lisäksi yrityksessä on käytössä vuonna 2007 käyttöön otettu Finn-Powerin valmistama L6-mallin CO₂-laser.

Työn tavoitteena oli saada uuden kombikoneen ja jo käytössä olleen laserleikkurin välille selkeämpää työnjakoa. Molemmille koneille tuli saada tasainen kuormitus ja optimoida ne parhaalle käyttöalueelle.

Työn tuloksiin kuuluivat tuotannon tehostuminen ja ajan säästäminen työskennellessä. Koneiden välinen työnjako tuli selkeämmäksi, ja kuormitus koneiden välillä tasaantui.

Asiasanat: Halton Marine Oy, laser, mekaaninen työstö, kombi, CO₂-laser, kuitulaser, laserleikkaus, optimointi

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in mechanical and production engineering

PARMAN, JASON: Optimized use for laser machine and
laser punch combination machine

Case: Halton Marine Oy

Bachelor's Thesis in production oriented mechatronics, 30 pages, 4 pages of
appendices

Spring 2015

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to optimize the use of a laser machine and a laser punch combination machine. The work was commissioned by Halton Marine Oy, and it was carried out at the factory in Lahti.

In the summer of 2014, the company introduced a new LPe6f laser punch combination machine manufactured by Prima Power. The machine uses mechanical and laser machining. The new machine replaced the old machine which used only mechanical machining. Production was increased and the company needed a new modern machine with high capacity. In addition to the new machine, the company uses also the L6 model CO₂-laser machine which is manufactured by Finn-Power. The company has had that laser machine since 2007.

The aim of the work was to get a clearer division of the work between the new machine and the machine which was already in use. Both machines had to get an even load of work and optimized use.

As results of the work, production was intensified and time-savings were made when working with the machines. The division of the work became clearer, and the load between the machines became steady.

Key words: Halton Marine Oy, laser, mechanical machining, combination, CO₂-laser, fiber laser, laser cutting, optimization

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	HALTON OY	2
2.1	Halton Marine Oy	3
2.1.1	Tuotteet	3
2.1.2	Lahden tehdas	4
3	METALLIN LASERLEIKKAUS	5
3.1	CO ₂ -laser	6
3.2	Kuitulaser	7
3.3	Laserleikkauksen käyttö Halton Marine Oy:ssä	8
3.3.1	L6-laserleikkuukone	8
3.3.2	LPe6f-kombikone	10
4	OPTIMOINTI	12
4.1	Tuotannonohjaus	12
4.2	Työvaiheet	13
4.3	Ohjelmointi	20
4.4	Kustannukset	22
4.5	Levyn käyttö	25
5	YHTEENVETO JA TULOKSET	28
	LÄHTEET	30
	LIITTEET	31

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyön toimeksiantaja on Halton Marine Oy:n Lahden-tehdas. Yritys ja sen tuotteet olivat minulle entuudestaan tuttuja aikaisempien työtehtävien kautta.

Halton on vuonna 1969 Iitissä perustettu perheyritys. Halton on erikoistunut sisäilmaratkaisuihin. Sen toiminta-ajatuksena on hyvinvoinnin mahdollistaminen sisäympäristöissä. Halton kehittää, markkinoi ja toimittaa sisäilmastotuotteita, -järjestelmiä ja palveluja, joiden avulla voidaan luoda turvallisia, miellyttäviä sekä terveellisiä sisäympäristöjä, jotka ovat myös tuottavia ja energiatehokkaita. SBA Halton Marine keskittyy ratkaisuihin risteilyaluksiin, merivoimien aluksiin ja offshore-ympäristöihin. Halton Marine keskittyy tarjoamaan viimeisintä tekniikkaa hyttien ja laivakeittiöiden ilmastointiin, paloturvallisuuteen, ilmavirtojenhallintaan ja ilmanjakoratkaisuihin. Halton Marine kuuluu maailman johtaviin sisäilmatuotteiden toimittajiin laivaympäristöihin. (Halton Oy 2014 a; Halton Oy 2014 b.)

Opinnäytetyön aiheena on laser- ja kombikoneen käytön optimointi. Työ aloitettiin syyskuussa 2014 ensin tutkimalla aihetta ja tutustumalla molempiin koneisiin. Levyntyöstö ei ollut entuudestaan tuttua, joten työskentelin aluksi muutaman päivän molemmilla koneilla. Koneiden ominaisuuksia ja niiden parissa työskentelyä tutkittiin. Työn tavoitteisiin kuului muun muassa saada koneiden kuormitus tasaiseksi ja mahdollisimman tuottavaksi. Yrityksen kannalta tärkeitä tavoitteita oli tuotannon tehostuminen ja ajan säästäminen työskennellessä.

2 HALTON OY

Halton on vuonna 1969 Iitissä perustettu perheyritys. Halton-konsernin perustajana toimi Seppo Halttunen. Halton on erikoistunut sisäilmaratkaisuihin. Sen toiminta-ajatuksena on hyvinvoinnin mahdollistaminen sisäympäristöissä. Halton kehittää, markkinoi ja toimittaa sisäilmastotuotteita, -järjestelmiä ja palveluja, joiden avulla voidaan luoda turvallisia, miellyttäviä sekä terveellisiä sisäympäristöjä, jotka ovat myös tuottavia ja energiatehokkaita. Nykyisin yritys toimii 30 maassa eri puolilla maailmaa, pääkonttori sijaitsee Suomessa. Yrityksen liikevaihto vuonna 2014 oli 174 miljoonaa euroa ja henkilöstömäärä 1250, joista 460 työskentelee Suomessa. (Halton Oy 2014a.)

Halton-konserni muodostuu kolmesta strategisesta liiketoiminta-alueesta (Halton Oy 2014b.) :

- SBA Halton keskittyy tarjoamaan sisäilmastotuotteita ja sisäilmastoratkaisuja rakennuksiin. Erityisosaamiseen kuuluvat toimisto-, hotelli- ja terveydenhuoltotilojen ratkaisut. Tuote- ja järjestelmävalikoimaan kuuluvat ilmastointipalkit, ilmanjaon, ilmavirtojen hallinnan, ilmastoinnin paloturvallisuuden, ilmansuodatuksen sekä sisäympäristön hallintapalvelut.
- SBA Halton Marine keskittyy ratkaisuihin, jotka takaavat turvalliset ja viihtyisät olosuhteet risteilyaluksiin, merivoimien aluksiin ja offshore-ympäristöihin. Halton Marine keskittyy tarjoamaan viimeisintä tekniikkaa hyttien ja laivakeittiöiden ilmastointiin, paloturvallisuuteen, ilmavirtojenhallintaan ja ilmanjakoratkaisuihin. Halton Marine kuuluu maailman johtaviin sisäilmatuotteiden toimittajiin laivaympäristöihin.
- SBA Halton Foodservicen erikoisalaa ovat ammattikeittiöt ja ravintoloiden sisäilmastoratkaisut. Asiantuntemuksen, joustavuuden ja kehitetyn tekniikan avulla luodaan miellyttävät olosuhteet henkilökunnalle ja asiakkaille kaikkialle maailman keittiöihin ja ravintoloihin. Hyvät olosuhteet ammattikeittiöissä kehittävät myös tuottavuutta ja toiminnan kannattavuutta.

2.1 Halton Marine Oy

Halton Marinen kohdeasiakkaita ovat laivanrakennusteollisuus, öljy- ja kaasuteollisuus sekä laivastot. Se kehittää, valmistaa ja markkinoi korkealaatuisia sisäilmaympäristöratkaisuja näihin kohteisiin. Tuotteet muun muassa lisäävät turvallisuutta, säästävät energiaa, vähentävät ylläpitokustannuksia sekä tuovat lisämukavuutta ja parantavat hygieniaa. Halton Marinella on tuotantolaitokset Lahdessa, Shanghaissa ja Scottsvillessä sekä myyntikonttoreita ympäri maailmaa. (Halton Oy 2014c.)

Halton Marinen tuotteet ja ratkaisut jakautuvat kolmeen eri ryhmään (Halton Oy 2014c.) :

- Laivanrakennusteollisuus
Tyypillisiä projekteja ovat risteilylaivat, autolautat, jahdit sekä erilaiset alukset, kuten rahtialukset.
- Öljy- ja Kaasuteollisuus
Tuotteet ja ratkaisut on erityisesti suunnattu todella vaativiin olosuhteisiin, kuten öljynporauslaitteille, FPSO:ille (kelluville tuotanto-, varastointi- ja lastausaluksille), topsiderakenteisiin sekä maissa oleviin kohteisiin.
- Laivasto
Laivastokohteisiin valmistetaan tuotteita, jotka täyttävät vaaditut standardit kohteissa. Tyypillisiä kohteita ovat merivoimien laivat ja sukellusveneet.

2.1.1 Tuotteet

Halton Marine tarjoaa laajan valikoiman ilmanvaihtoratkaisuille. Tuotteet voivat olla standardituotteita tai erikoissuunniteltuja.

- Paloturvallisuuteen saatavilla savu- ja palopeltejä laaja valikoima.
Palopellit estävät palon leviämisen ilmastointikanavissa sulkeutuvilla säleillä. Palopellit ovat Halton Marinen vahva alue, ja niiden kysyntä kasvaa koko ajan.

- Hyttien lämmitykseen ja ilmanvaihtoon saatavilla erilaisia kojeita. Tuotteet ovat energiatehokkaita ja voivat säästää jopa 35 % hyttien energiankulutuksesta.
- Keittiöihin saatavilla huuvia ja höyrykupuja. Huuvut ja kuvut on varusteltu UV-teknologialla ja automaattisella vesipesutekniikalla, jotka pitävät kanavat puhtaina rasvahiukkasista ja näin parantavat paloturvallisuutta sekä vähentävät puhdistustarvetta. Ne ovat tämän hetken energiatehokkaimpia laivakeittiöratkaisuja, pienemmällä poistoilmavirroilla ja tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla.
- Tehokkaita pisaranerottimia, joita käytetään monissa eri järjestelmissä, missä ilmavirran nopeus, suunta, pyörteisyys, pisaroiden määrä ja koko sekä pintavedenvirtaus ympäröivästä rakenteesta on huomioitavaa.
- Humahdusventtiileitä eli takaisku- ja ylipainepellit, jotka suojaavat ilmanvaihtojärjestelmiä räjähdysvoimilta. (Halton Oy 2014c.)

2.1.2 Lahden tehdas

Halton Marinen Lahden-tehdas rakennettiin vuonna 1988 Lahden Jokimaalle. Tehtaan tuotanto käynnistettiin vuoden 1989 aikana. Kuvassa 1 on Halton Marinen Lahden-tehdas. Valmistettaviin tuotteisiin kuuluvat kaikki Halton Marinen tuotannossa olevat tuotteet.

Tehtaan tuotanto kasvaa kovaa vauhtia ja vuosi 2014 olikin tuloksen kannalta ennätysvuosi. Tehtaalle on suunnitteilla laajennus, joka mahdollistaa tuotannon pysymisen kysynnän vauhdissa.



KUVA 1. Halton Marine Oy:n Lahden-tehdas

3 METALLIN LASERLEIKKAUS

Metallin laserleikkaus on teollisuudessa yleisesti käytetty menetelmä metallin tarkkaan leikkaamiseen. Yleisin käyttötarkoitus on levyntyöstö, osien leikkaamiseen levyiltä. Laserleikkaus perustuu lasersäteeseen, joka kohdistetaan linssillä polttopisteeksi leikattavaan materiaaliin. Säteen osuessa leikattavaan materiaaliin polttopiste kuumenee ja materiaali sulaa, palaa tai höyrystyy. Nämä ovat kolme pääryhmää laserleikkauksessa. Leikattaessa käytetään prosessikaasuna esimerkiksi happea tai typpeä, joka edistää materiaalin sulamista, puhaltaa sulaa metallia pois leikkauskohdasta sekä jäähdyttää materiaalia. (Wikipedia 2014.)

Lasersäde syntyy resonaattorin sisällä laseroivan väliaineen avulla. Laseroivana väliaineena voi toimia kiinteä väliaine, esimerkiksi kide, kuitu tai kaasumainen väliaine, esimerkiksi CO₂-kaasu. Laseroiva väliaine emittoi laservaloa, silloin kun sitä viritetään ulkoisella energialla. Energian tuonti tapahtuu normaalisti sähkö- tai valoenergialla. Väliaine määrittelee resonaattorista ulos tulevan lasersäteen aallonpituuden. Lasersäteilyn perusominaisuuksia ovat yhdensuuntaisuus, koherenttius ja monokromaattisuus. Nämä ominaisuudet erottavat laservalon ja tavallisen valon. Lasersäteily on yhdensuuntaista, eli se ei hajaannu paljon. Lasersäteilyn koherenttiudella tarkoitetaan, että valoallot ovat samassa vaiheessa ja pystyvät näin vahvistamaan toisiaan. Monokromaattisuudella tarkoitetaan, että säteily sisältää ainoastaan yhtä valon aallonpituutta. (Veslatec Oy 2014.)

Laserleikkauksessa hyödynnetään muun muassa seuraavanlaisia ominaisuuksia:

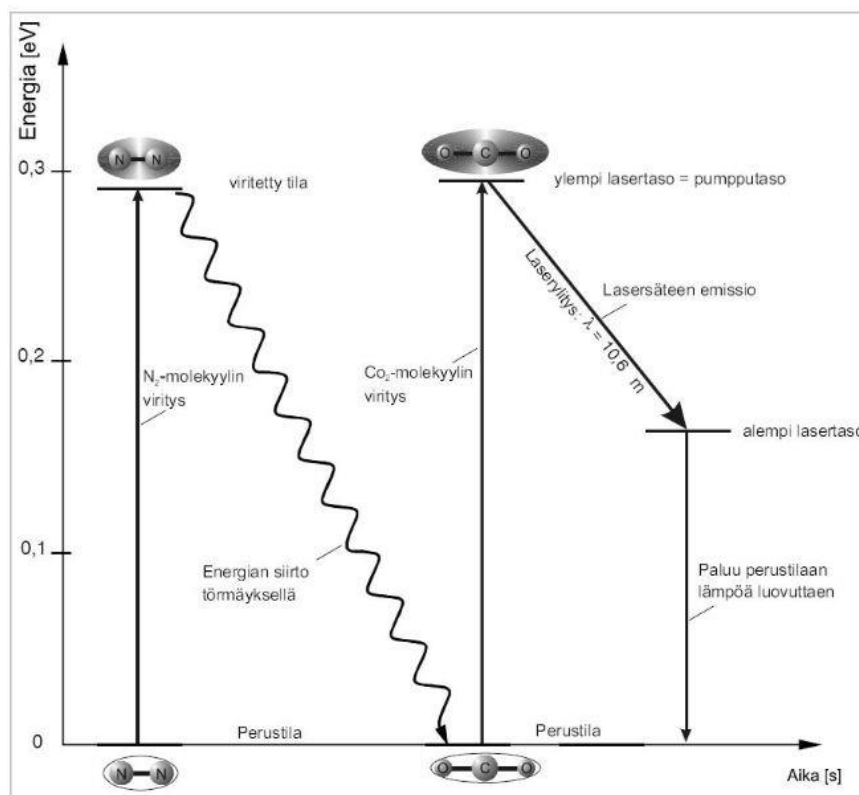
- tarkat muodot ja niiden käyttö lähes vapaasti
- suuri leikkausnopeus
- kapea leikkausrailo
- leikkauspinnan hyvä laatu, ei vaadi jälkikäsittelyä
- laitteiden automatisointi mahdollista
- monien materiaalien työstäminen mahdollista
- säästöt raaka-ainekustannuksissa (Teknologiakeskus KETEK Oy 2014).

3.1 CO₂-laser

Hiilidioksidi on yleisin työstölaser konepajasovelluksissa. CO₂-laser on kaasulaser, joka käyttää kaasuseoksessa laseroivan hiilidioksidin lisäksi typpeä ja heliumia. Kaasuseos sisältää hiilidioksidia 1 - 9 %, typpeä 13 - 35 % ja heliumia 60 - 85 %. Seossuhde vaihtelee käytettävän laitteen ja käyttötarkoituksen mukaan. Kaasuseoksessa typpi toimii eräänlaisena herättäjänä ja avustaa sähköisen energian siirrossa. Helium toimii laserkaasuseoksen jäähdyttävänä kaasuna. Säteen kehityksestä kuvassa 2. (Kujanpää, Salminen & Vihinen 2005, 54 - 55.)

Laitteiston pääosia ovat resonaattori, peilit ja polttsuutin. Resonaattori synnyttää lasersäteen. Resonaattori on putki, jonka päissä on heijastavaa optiikkaa ja niiden välissä laservoiva väliaine. (Kujanpää ym. 2005, 53.)

CO₂-lasertit eivät ole kovin energiatehokkaita. Niiden hyötysuhde jää melko matalaksi, ja se vaihtelee käytetyn laitteiston mukaan. Sähköinen hyötysuhde nykyisillä laitteilla on 10 - 15 %. Hyötysuhteen teoreettinen maksimi on noin 21 %. (Kujanpää ym. 2005, 55.)



KUVA 2. CO₂-laserin lasersäteen kehittämiseen tarvittavat energiatasot (Lasertyöstö 2005.)

3.2 Kuitulaser

Vaatimusten kiristytessä jatkuvasti lasereilta vaaditaan yhä parempaa säteenlaatua ja hyötysuhdetta. Kuitulaser on viimeisin suurteholaser. Kuitulaseria käytetään tavalliseen metallin leikkaukseen, ja se on myös yleinen merkkausovelluksissa. Kuitulaserin säteestä saadaan halkaisijalta pieni, joten säteenlaatu ja leikkausjälki on hyvää. Kuitulaser on hyvin energiatehokas, ja sen hyötysuhde on huomattavasti parempi kuin monilla muilla laserlaitteilla.

Kuitulaserissa säde synnytetään optisen kuidun sisään. Kuitu muodostaa resonattorin, ja sen ytimessä on laseroiva väliaine, ja sitä pumpataan diodilaserin valolla. Kuitulaserin kehitysversiona pumpausenergia tuodaan kuituun optiseen akseliin verrattuna kohtisuorasti. Tekniikka perustuu pumpausenergian tuomiseen sisään kuidun päästä, minkä seurauksena se läpäisee laseroivan kerroksen useita kertoja edetessään kokonaisheijastuksen ansiosta kuidussa ilman häviöitä. Kuvassa 3 havainnollistetaan kuidun toimintaa. (Kujanpää ym. 2005, 68.)

a) Suuritehoinen kuitulaser ja
b) kuitulaserin toimintaperiaate.

Kuvateksti:
Laser diode
Diodilaser

Resonator mirrors
Resonaattoripeilit

Laser beam
Lasersäde

Fiber
Optinenkuitu

Focussing optic
Fokusointioptiikka

Laser active core diameter 8 μm
Laseraktiivinen ydin,
halkaisija 8 μm

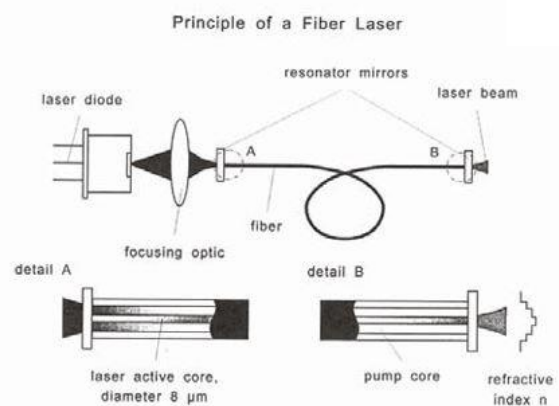
Detail A
Yksityiskohta a

Detail B
Yksityiskohta B

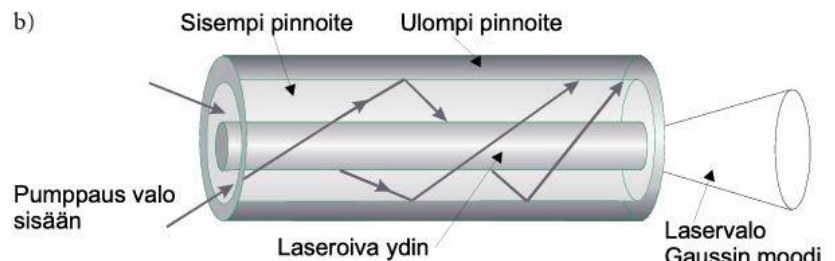
Pump core
Pumppausydin

Refractive index n
Taitekerroin n

a)



b)



KUVA 3. Kuitulaserin toiminta (Lasertyöstö 2005.)

3.3 Laserleikkauksen käyttö Halton Marine Oy:ssä

Halton Marinella on käytössä vuonna 2007 käyttöön otettu Finn-Powerin valmistama L6-mallin CO₂-laser. Aiemmin käytössä oli myös Amadan valmistama levytyökeskus, joka käytti mekaanista työstöä. Vanha levytyökeskus poistettiin käytöstä tuotannon kasvaessa, tilalle tarvittiin tehokkaampi ja modernimpi laite. Vuoden 2014 kesällä käyttöön otettiin uusi Prima Powerin valmistama LPe6f-mallin kombikone, jossa käytetään laseria ja mekaanista työstöä.

Koneilla työstetään ohutlevymateriaalista tuotteiden osia ja aihioita. Käytössä olevia materiaaleja on useita, joista yleisin käytetty on ruostumaton teräs. Materiaalin paksuus vaihtelee 0,5 ja 10 mm:n välillä.

3.3.1 L6-laserleikkuukone

L6 on CO₂-laser, jolla voidaan työstää ohutlevymateriaaleja teräksestä, ruostumattomasta teräksestä, alumiiniseoksista sekä muista vastaavanlaisista seoksista. Muovin tai suurseoksisten materiaalien, kuten puhtaan alumiinin, messingin ja kuparin leikkaaminen ei onnistu L6:lla. Kone edustaa vanhempaa laserteknologiaa, joten kehitys laserlaitteissa on tänä päivänä edistynyt huomattavasti. Koneen parhaita puolia on sen suuri leikkausnopeus. Kone on myös hyvällä tavalla yksinkertainen ja helppo käyttää. L6 CO₂-laser kuvassa 4 ja 9.

Työstön aikana akseleiden liikkeitä ohjaa CNC-ohjauskomennot. L6 on ”flying optics”-kone, mikä tarkoittaa lasersäteen tulevan liikkuvasta leikkuupäästä. Leikattava levy ei siis liiku työstön aikana yhtään. Lasersädettä johdetaan peilien avulla. Koneeseen vaihdetaan tarvittaessa linssi, riippuen työstettävästä materiaalista.

Koneessa on automaattinen kelkkapöytä, joka koostuu kahdesta tasosta. Tämän ansiosta samaan aikaan voidaan leikata levyä sekä purkaa toiselta pöydältä valmiit työt ja lastata uusi levy kelkalle valmiiksi. Laserlaitteen kokonaisuuteen kuuluu myös jäähdytys- sekä pölynkeräysyksikkö. (Finn-Power Oy 2006.)

TAULUKKO 1. Teknisiä tietoja L6-koneesta. (Finn-Power 2014)

Working area	
X-axis	3330 mm (X-15...3315)
Y-axis	1565 mm (Y-1...1564)
Z-axis	126 mm (Z1...Z-125)
Max. sheet size (X x Y)	3074 mm x 1565 mm
Max. cutting area (X x Y)	3048 mm x 1524 mm
Max. sheet weight	1000 kg
Max. material thickness	
Mild steel	20 mm/25mm with 9" lens option
Stainless steel	12 mm
Aluminium	8 mm
Min. material thickness	0.5 mm
Max. positioning speed, simultaneously	300 m/min
Max. cutting speed	up to 60 m/min with N2 gas
Laser Source	
Type	4000W fast axial flow CO ₂ laser

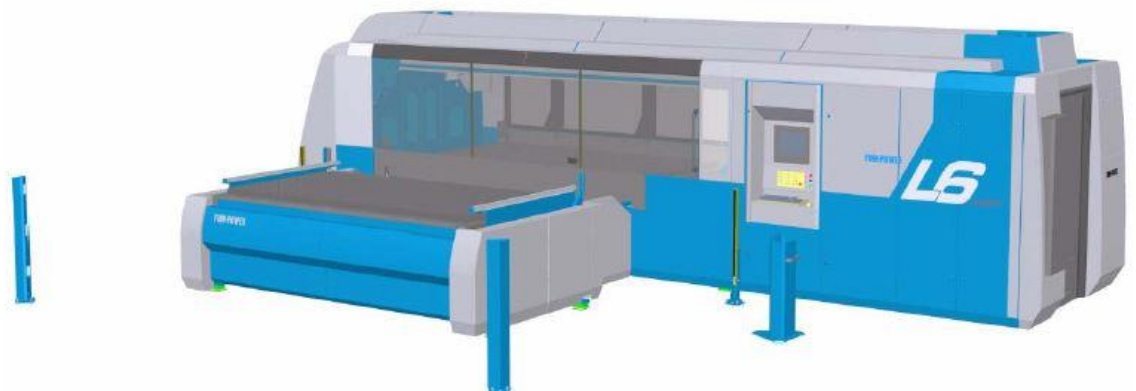


Fig. 1. Laser machine Finn-Power L6

KUVA 4. L6-laser (Finn-Power 2006)

3.3.2 LPe6f-kombikone

LPe6f-kombikone yhdistää servotekniikalla toimivan mekaanisen työstön sekä uusimman kuitulaserteknologian samassa laitteessa. LPe6f-kombikone kuvassa 5 ja 12. Kone pystyy yhdistämään näitä kahta työstötapaa, jolloin molemmista saadaan käyttöön parhaat puolet parhaan ja tehokkaimman lopputuloksen aikaan saamiseksi. Tehokkuus kasvaa huomattavasti, koska voidaan valita, mitä tehdään lyönnillä ja mitä laserilla. (Prima Power Oy 2014.)

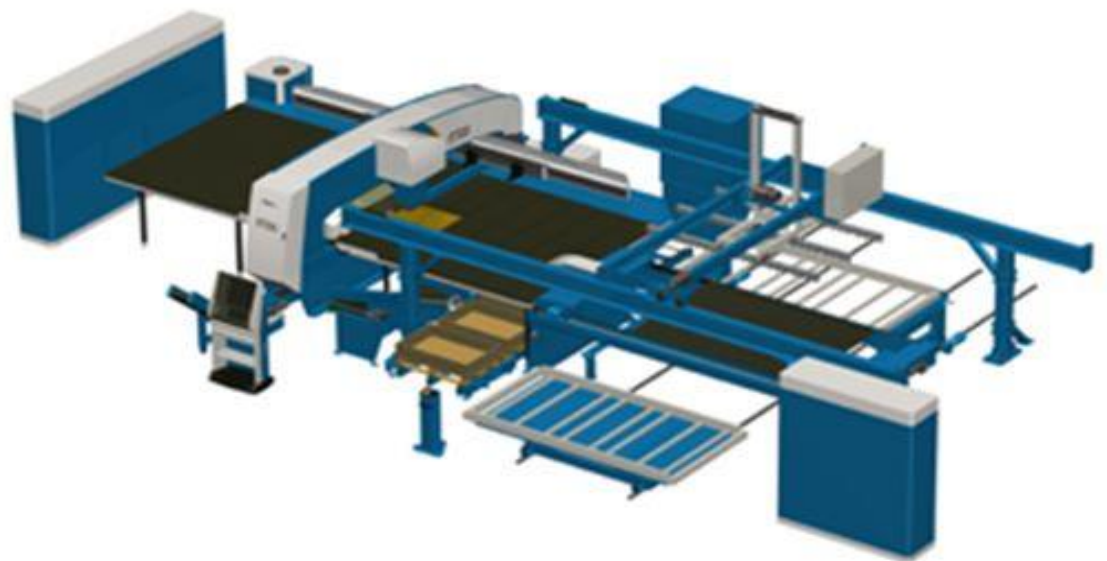
Mekaaninen työstö antaa paljon mahdollisuuksia. Koneella voidaan työstää monilla eri tavoilla: lyödä, nakertaa, leikata, muotoilla, merkata, kantata ja kierteittää työstettävää materiaalia. Koneessa on revolveri, jossa on 16 paikkaa eri työkaluille. Multitool-toiminnolla työkalujen määrä voi olla jopa 384. Koneen valmistaja suosittelee käyttämään mekaanista työstöä mahdollisimman paljon, sen etujen ja nopeuden vuoksi. Esimerkiksi pienet reiät on nopeaa ja kannattavaa tehdä mekaanisesti lyömällä. (Prima Power Oy 2014.)

Kuitulaser on nopea ja taloudellisempi laserlaite. Kuidulla voidaan työstää laajempaa materiaalivaihtoehtovalikoimaa kuin millään muulla markkinoilla olevalla laserilla. Kuitulaser on myös huomattavasti tarkempi laser verrattaessa sitä muihin vastaavassa käytössä oleviin laser-järjestelmiin. Laserin leikkauslaatu on myös tasaista ja hyvää. (Prima Power Oy 2014.)

Laite on täysin automatisoitu, joten fyysistä työtä on melko vähän. Levymateriaali ajetaan koneessa olevalla kelkalla koneen sisään työalueelle. Koneessa on myös kelkkoja, joihin laite lajittelee valmiit osat lavoille tai laatikoihin. Kombikone on varustettu LSR6-robotilla, joka lastaa levymateriaalin työalueelle ja lastaa valmiit osat lavoille. Pienemmät valmiit osat kone pudottaa työalueella olevista luukuista ja lajittelee ne oikeisiin paikkoihin. (Prima Power Oy 2014.)

TAULUKKO 2. Teknisiä tietoja LPe6f-koneesta. (Prima Power 2014)

TYPE		LPe6f
Punching force		200 kN / optional 300 kN
Forming speed (2) (25 mm form-to-form distance)		80 – 150 1/min
Max material thickness:	Punching	Laser cutting 3 kw
Mild Steel	8.0 mm	8.0 mm
Stainless steel, Aluminium	8.0 mm	6.0 mm
Min. material thickness		0.5 mm
Max. sheet weight (1)		200 kg
Max. sheet size (X x Y) , max. LPe6		3,074 mm x 1,565 mm ,
Max. axis speed (X-axis)		120 m/min
Max. axis speed (Y-axis)		90 m/min
Max traversing speed		150 m/min
Max. hit speed: (2) Nibbling (1 mm)		1000 1/min
Marking speed		2,500 1/min



KUVA 5. LPe6f-kombikone (Prima Power Oy 2014)

4 OPTIMOINTI

Optimoinnilla tarkoitetaan tilannetta, jossa pyritään saavuttamaan paras mahdollinen tilanne. Käytännössä se tarkoittaa tilanteen kehittämistä, jossa saavutetaan nykyistä parempi ratkaisu. Optimoinnissa tulee ottaa huomioon mahdollisimman laajasti kaikki optimointavaan kohteeseen liittyvät tekijät.

Laser- ja kombikoneen optimoinnilla yritetään saavuttaa tehokkaampi työskentelytapa verrattuna aiempaan sekä saavuttaa tasainen kuormitus molemmille käytössä oleville koneille. Optimoinnissa pyritään löytämään kriteeritöiden jaolle koneiden välillä, eli kummalla koneella työ kannattaisi tehdä.

4.1 Tuotannonohjaus

Etujen maksimoimiseksi lasertyöstö on otettava huomioon tuotantoprosessissa kokonaisvaltaisesti. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että lasertyöstön vaikutus huomioidaan jo tuotesuunnittelussa ja osat valmistetaan kaikkia lasertyöstön mahdollisuuksia hyödyntäen. Usein tämä tarkoittaa merkittävää säästöä materiaaleissa ja kustannuksissa sekä kohentuneita lopputuotteen ominaisuuksia. (Kujanpää ym. 2005, 129.)

Lasertyöstön suuri etu on, että se yleensä pienentää tuotannon läpäisyajoja. Tuotannonohjauksen on huomioitava lasertyöstön käyttö niin, että sen mahdollistama läpäisy aika ja laatu voidaan hyödyntää kokonaisvaltaisesti. Kaikkia laserin käytön vaikutuksia on vaikea käsitellä kokonaisvaltaisesti, mutta työvaiheiden määrän ja niiden keskinäisen järjestyksen muuttuminen edellyttää tuotannonohjaustoimenpiteitä. (Kujanpää ym. 2005, 130.)

Lasertyöstöt muuttavat usein tuotannon työvaiheiden järjestystä sekä voi mahdollistaa työvaiheiden poisjättämisen. Kun laserleikkauksen tarkkuus otetaan huomioon valmistuksessa, voidaan koneistusvaihe jättää pois. Tämän seurauksena myös kokoonpano sujuu helpommin, kun osat ovat tarkempia. Hitsauksen aiheuttamat vedot ovat usein niin pieniä, että osat ovat hitsauksen jälkeen tarkkoja. (Kujanpää ym. 2005, 131.)

4.2 Työvaiheet

Tässä luvussa perehdytään työskentelyyn laserleikkauksen parissa ja käydään läpi laserjärjestelmien operaattorien työtehtävät. Työvaiheet ovat periaatteessa samat molemmilla koneilla, mutta niitä vertaillaan optimoitua käyttöä mielessä pitäen. Työvaiheet eroavat ajallisesti toisistaan melko paljon, joten ajankäyttö on tärkeä vertailu- ja kehityskohde.

Työ alkaa, kun saadaan tilaus ja suunnittelijat piirtävät mahdollisesti piirustukset, jos niitä ei ole jo valmiina. Sitten ohjelmoijat nestaavat osat levyille ja tekevät ohjelman jommallekummalle koneelle. (Ohjelmoinnista tarkemmin seuraavassa luvussa 4.3) Valmistelujen ja tuotannonohjauksen jälkeen alkaa varsinainen operaattorien työ. Operaattori saa työmääräimen, josta käy ilmi, mitä osia ajetaan ja missä järjestyksessä ne pitäisi saada valmiiksi. Työmääräimestä katsotaan käytettävä materiaali ja se haetaan trukilla hyllystä (kuva 6) käytettäväksi työhön käytettävän laserin luokse.



KUVA 6. Levymateriaalin varastointihyllyjä

Tässä vaiheessa kehitettävää olisi siinä, miten materiaalit on varastoitu. Tällä hetkellä vähäisen tilan vuoksi levypakkoja on päällekkäin eivätkä ne välttämättä ole missään järjestyksessä. Aikaa siis kuluu materiaalien siirtelyyn ja oikean materiaalin saamiseen käyttöön. Levymateriaalit tulisi järjestellä selkeästi ja niin, että ne ovat helposti ja nopeasti saatavilla. Esimerkiksi eniten käytetty materiaali olisi kaikkein lähimpänä ja nopeimmin saatavilla käytettäväksi. Sekä koko materiaalivarasto järjestelty niin levyn materiaalin kuin myös materiaalivahvuuden mukaan. Kuvassa 7 on levyille tarkoitettu varasto. Ongelma on vielä tällä hetkellä ajankohtainen, mutta asiaa tullaan parantamaan tulevaisuudessa, kun levyntyöstöosasto laajenee. Kun uudistus on mahdollista toteuttaa, tulee järjestelyn kriteerit määritellä tarkkaan, jolloin ajankäyttö saadaan tehokkaimmilleen. Hyvä järjestys pätee myös kaikkiin muihinkin käytössä oleviin tarvikkeisiin ja työkaluihin. Osastolla voisi lähiaikoina toteuttaa 5S-järjestelmän jolloin kaikkiin muihinkin mahdollisiin epäkohtiin puututtaisiin.

”Isojen levyjen säilyttäminen lattialla olisi aiheuttanut tilanpuutteen välittömästi ja levyvaraston avulla tuotantotilat saatiinkin tehokkaaseen käyttöön.

Varastoitava levytavara säilytetään vahvuuksien mukaan omilla hyllypaikoillaan, joista se on aina helposti käytettävissä. Levytavaran noutaminen tehostui näin yli puolella lattiasäilytykseen verrattuna, millä on suora vaikutus tuotannon tehokkuuteen.” (Intolog Oy 2015.)



KUVA 7. Levyvarasto (Intolog Oy 2015)

Kun oikea levy materiaali on trukilla haettu, laitetaan se LPe6f-kombikoneessa olevaan kelkkaan, joka näkyy kuvassa 8. Kelkka ajaa levyä koneen sisälle, josta LSR6-robotti nostaa levyn työstöalueelle. Mahdollinen parannus levynvaihtoon olisi se, että levyjä olisi helppo ja nopea laittaa samalle lavalle useita erilaisia. Näin ei tarvitsisi vaihtaa koko levyä aina, kun haluaa vaihtaa käytettävää materiaalia, sillä materiaalin vaihto vie huomattavan paljon aikaa. Ajallinen arvio työn saamiseksi alkuun, eli kun materiaali on ajettu koneeseen ja ohjelma valmiina käynnistettäväksi, on noin 15 minuuttia.

Jos käytetään L6-konetta, nostetaan levy pakka työtasolle, josta se nosturilla nostetaan leikkauskelkalle, kuten kuvassa 9. Vaihtoehtoisesti levy voidaan nostaa nosturilla myös suoraan trukilta leikkauskelkalle, jos käytetään esimerkiksi vain yksi levy. Koneessa on kaksi leikkuupöytää, joten kun toinen kelkka on ajettu koneen sisälle, voidaan toinen levy nostaa valmiiksi toiselle pöydälle. Ajallinen arvio työn saamiseksi alkuun eli kun materiaali on ajettu koneeseen ja ohjelma valmiina käynnistettäväksi on noin 5 minuuttia, joten aikaa kuluu kolmasosa siitä, mitä toisella koneella. Tästä voidaan päätellä, että L6-koneella on kannattavampi ja nopeampi leikata esimerkiksi yksi tai kaksi levyä. Jos levyjä menee useampia samaa materiaalia, tulisi harkita, kannattaako työ tehdä toisella koneella.



KUVA 8. LPe6f-kombikoneen levypakan kelkka



KUVA 9. L6-laserleikkuukoneen levynostin ja leikkuukelkka

Molemmat koneet käynnistetään omista käyttöpaneelistaan (kuva 10). Ajettavat ohjelmat on valmiiksi ladattu työasemalle, mistä operaattori löytää ne. Kun levy-materiaali on paikoillaan, käynnistetään kone. Käyttöpaneelit eroavat hieman toisistaan niin käytettävyydessä kuin toiminnoissakin. Uudemman koneen käyttöpaneelissa on kosketusnäyttö, ja siitä pystytään tarkkailemaan kaikkea, mitä kone parhaillaan tekee. Vanhemmassa koneessa on muutamia manuaalisia painikkeita ja näyttö.



KUVA 10. Vasemmalla L6-laserleikkuukoneen käyttöpaneeli ja oikealla LPe6f-kombikoneen käyttöpaneeli

Koneen työstäessä levyä operaattori tarkkailee konetta ja sen toimintoja. Näin varmistetaan välttämään mahdollisen vikatilaa tai konerikon aiheuttamat vauriot. Näin samalla pystytään myös valvomaan laatua, toimivatko laitteet niin kuin pitääkin ja onko leikkausjälki hyvää. Vanhemmassa L6-laserleikkuukoneessa työstöä pystytään tarkkailemaan suojatun ikkunan läpi, joka on koneen kyljessä.

Uudessa LPe6f-kombikoneessa laitteen työstöä tarkkaillaan käyttöpaneelista sekä erillisestä valvontamonitorista, jossa näkyy kuvaa koneesta monesta eri kuvakulmasta (kuva 11).



KUVA 11. LPe6f-kombikoneen valvontamonitori

Seuraavassa vaiheessa, kun koneet ovat leikanneet osat levyiltä, tulee koneiden välillä käytön optimoinnin kannalta tärkeä tekijä. LPe6f-koneessa robotti nostaa valmiit osat lavalle lajiteltuna, lava ajetaan koneesta ulos samasta kohtaa kuin levymateriaali menee sisälle. Jos leikatut osat ovat pieniä, kone tiputtaa ne työstöalueella olevista luukuista, josta ne liukuhihnaa pitkin tippuvat laatikoihin (kuva 12). Kun koneella tehty työstö on valmis, tulee operaattorin silloin ajaa koneesta ulos valmiiden osien lisäksi myös levymateriaalista jääneet jättepalat. Tämän jälkeen operaattorin pitää vaihtaa koneessa oleva materiaali, johon kuluisi aikaa noin 15 minuuttia ja sen jälkeen aloittaa uusi työstö. Aikaa kuluisi siis kohtuuttoman paljon kaikkeen muuhun kuin itse työstöön, kun taas pitkissä sarjoissa kone pystyisi työskentelemään esimerkiksi yksin koko yön, jonka jälkeen edellä mainitut työvaiheet tehtäisiin. Tästä syystä pystytään päätellä, että koneella kannattaa ajaa pidempiä sarjoja, joihin kuluu aikaa ja materiaalia enemmän verrattuna toiseen koneeseen.



KUVA 12. LPe6f-kombikoneen yleiskuva ja punaisella ympyröitynä kuljetin

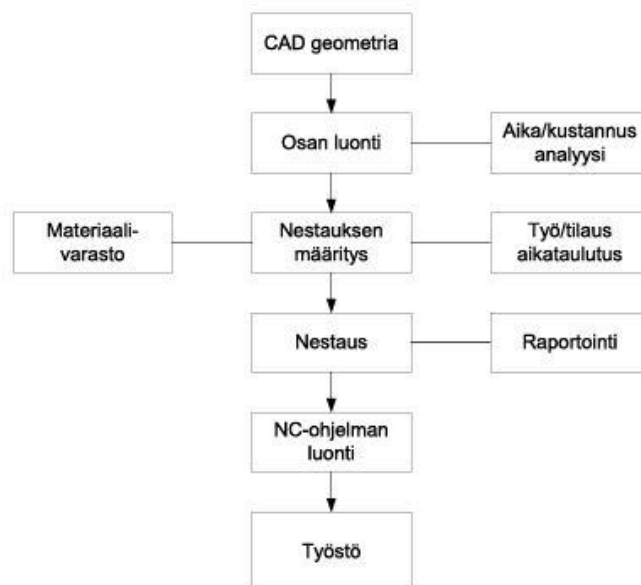
L6-koneella tehdyn työstön ollessa valmis ajetaan leikkuukelkka koneesta ulos. Kelkkoja on kaksi, joten toinen voidaan ajaa koneeseen heti, kun toinen on tullut sieltä ulos ja käynnistää uusi työstö. Operaattori purkaa valmiit osat kelkalta lavoille ja lajittelee jättepalat kierrätykseen sillä aikaa, kun toista levyä työstetään koneessa. Kun kelkka on tyhjä, voidaan sille laittaa uusi levy odottamaan käynnissä olevan työstön valmistumista, minkä jälkeen ajaa levy sisään ja jatkamaan työskentelyä samalla kaavalla.

Koneella on siis nopea ja tehokas työskennellä, mutta se tarvitsee aina operaattorin. Jos tuotannossa puuttuu jokin tarvittava osa, koneella pystytään tekemään nopeasti paikko-osat. Koneella kannattaa siis tehdä lyhyet sarjat ja osat, joissa käytettävä materiaali vaihtelee, koska materiaali on helppo ja nopea vaihtaa työstöjen välissä.

4.3 Ohjelmointi

Lasertyöstölaitteistoa pystytään ohjelmoimaan monin eri tavoin. Perinteisin ohjelmointitapa on ohjelmoida laite suoraan riviohjelmointina työstölaitteen ohjaimen. Käytännössä tämä tapa on jäänyt pois laserleikkauksen osalta; sitä käytetään lähinnä mittojen kompensointiin sekä ohjelman korjaukseen. Yleinen käyttökohde voi olla esimerkiksi 3D-ohjelmien hienosäätö tuotteen todellisten muotojen mukaiseksi. (Kujanpää ym. 2005, 128.)

Nykyisin ohjelmointi tehdään yleensä 2D-sovelluksissa kääntämällä CAM-ohjelman avulla CAD-kuva suoraan työstökoneen käyttämään muotoon CNC-ohjelmaksi. CAM-ohjelman osana on yleensä niin sanottu nestausohjelma, joka asettelee leikattavat osat levyille. Nykyiset kehittyneet nestausohjelmat asettelevat CAD-kuvat suoraan valitulle levyille samalla optimoiden materiaalin käyttöä. Tällä hetkellä ohjelmia on jo saatavilla monia erilaisia, käyttötarkoituksesta riippuen. Järjestelmien laajuus vaihtelee yksinkertaisesta, pelkästä CAD-ohjelman käännöstä työstöradaksi aina koko materiaalihallinnon kirjanpidon hallitseviin järjestelmiin. Näissä nestaus tehdään niin, että varastokirjanpito ja materiaalitilaukset huomioidaan jo työtä suunniteltaessa. Kuva 13 esittää tyypillistä työstöohjelman generointia CAD/CAM-ohjelman avulla. (Kujanpää ym. 2005, 128.)



KUVA 13. Tyypillinen työstöohjelman generoinnin työkierto (Lasertyöstö 2005)

Normaalissa päivävuorossa Halton Marinella molemmille koneille on omat ohjelmoijat, jotka tekevät ohjelmat tilausten mukaan järjestyksessä. Tärkeää on tehdä ohjelmat myös kiireellisille puuttuville osille, jotka ovat syystä tai toisesta jääneet tekemättä. Tästä syystä on tärkeää, että päivävuorossa, kun tehtaalla tehdään eniten töitä, on myös ohjelmointiin keskittyvä työntekijä. Päivävuorossa työskentelevät ovat yleensä myös vastuussa ohjelmoinnista ilta- ja yövuorolle, jolloin operaattori pystyy keskittymään vain koneen käyttöön.

Yrityksessä käytössä olevan kahden laserjärjestelmän ohjelmoinnit eroavat hieman toisistaan. Käytännössä ohjelmoinnissa leikattavat osat asetellaan levyille eli tehdään nestaus (kuva 14). Ohjelma laittaa automaattisesti osat mielestään järkevästi levyille, mutta yleensä niitä asetellaan vielä lisää. Uuden LPe6f-koneen ohjelmoinnissa on muutamia vaiheita enemmän kuin toisessa koneessa. Kun halutaan käyttää koneen mekaanista työstöä, tulee ohjelmoijan valita se itse, mihin kone käyttää mekaanista työstöä ja mihin laseria. Esimerkiksi pienet reiät on nopeampaa ja kannattavampaa tehdä mekaanisella lyönnillä. Koneen käyttämässä robotissa on tarttuja, joka toimii imukupeilla. Imukupit ohjelmoidaan ohjelmaan erikseen, näin kone osaa poimia osat oikein ja lavata ne.

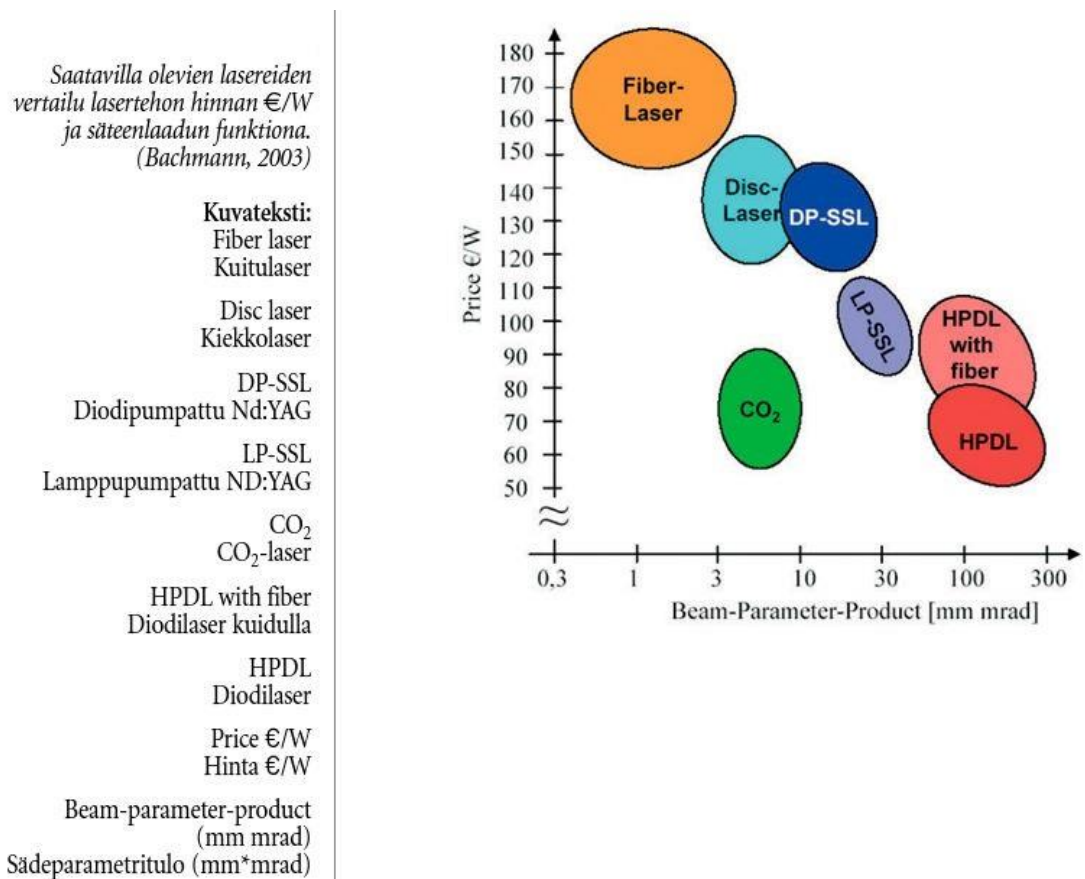
2			2			2			
2			2			2			
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

NC file name:	183001.nc	Material:	DC01(O2), 3mm
Clamps:	1@105 2@1006 3@2007 4@3005	Sheet size:	3000x1500
Utilisation:	89.9%	Sheets:	1
Time:	17:58		

KUVA 14. L6-laserleikkuukoneelle tehty nestaus

4.4 Kustannukset

Tuotantoprosessia arvioitaessa taloudellisesti tulee huomioida sekä investointi- että käyttökustannukset. Laserprosessi vaatii aluksi melko suuria investointikustannuksia verrattaessa käyttökustannuksiin. Investointikustannusten takia laserjärjestelmän saamiseksi taloudelliseksi tulee se saada tuottavaan työhön useimmissa tapauksissa vähintään kahdessa vuorossa, että se olisi taloudellisesti kannattavaa. Toisaalta laserjärjestelmän aikaan saama tuotantonopeus takaa yleensä kannattavan investoinnin, mutta se vaatii riittävän olemassa olevan volyymin laitteistolle. Kuvassa 15 on eri tyyppisiä lasereita vertailtu lasertehon hinnan €/W ja säteenlaadun funktion mukaan. (Kujanpää ym. 2005, 335 – 336.)



KUVA 15. Lasereiden vertailu lasertehon hinnan € / W ja säteenlaadun funktiona (Lasertyöstö 2005)

Kustannukset muodostuvat pääasiassa investointi-, käyttö-, ylläpito- sekä huoltokustannuksista. Investointikustannuksiin työssä ei perehdytä tarkemmin, mutta ne ovat molemmilla koneilla suuret, kuitulaserilla kuitenkin huomattavasti suuremman, mikä johtuu sen sisältämästä uudemmasta ja laajemmasta teknologiasta. Optimoinnin kannalta tärkeimpään asemaan nousevat laitteistojen käyttökulut. Molemmilla koneilla on myös säännöllisiä ylläpito- ja huoltokuluja. Koneilla on valmistajalta hankittu huoltosopimus, jolla on kiinteä hinta.

Yleisesti laserien sähkö- ja kaasukustannukset määrittelevät käyttökustannusten suuren, mutta myös osassa sovelluksista prosessikaasu voi olla määrittelevä tekijä käyttökustannuksissa. Kulut ovat hyvin sovelluskohtaisia, ja niitä on vaikea määrittellä. Tärkeä huomioitava asia on myös se, että laserit ovat harvoin käytössä sataprosenttisella teholla, joten tämän vuoksi on huomioitava käyttösuhde todellisten käyttökustannusten arviointia varten. (Kujanpää ym. 2005, 341.)

TAULUKKO 3. Lasereiden käyttöaikoja laskettuna kahdella vuorolla työskenneltäessä (Prima Power 2015)

Utilization time / year		INPUT
1	Salaried days / year	260 days
2	Salaried holidays / year	0 days
3	Salaried vacations days / year	30 days
4	Working days / year	230 days
5	Machine interference time (Service / failure / setup)	12 days
6	Production days per year (4-5)	218 days
7	Operating time h / day (collective contract) 2-vuoroo	16 h
8	Operating time h / year (6*7)	3488 h
9	Utilization rate factor	90 %
10	utilization time h / year (8*9)	3139,2 h
	L6 unmanned h / year	100 h
	LPe6 unmanned h / year	1600 h

Kustannusten kannalta lähtökohtana oli se, että LPe6 eli kuitulaser on käyttökustannuksiltaan halvempi kuin L6 eli CO₂-laser. Käyttökustannukset vähenevät uudella koneella huomattavasti, kun se työskentelee ilman operaattoria, esimerkiksi yövuoron aikana. Kuitulaser ei myöskään käytä laserkaasua toisin kuin CO₂-laser. Sähkönkulutuksessa on myös suuri ero: kuitulaser kuluttaa sähköä noin viidesosan siitä, mitä CO₂-laser kuluttaa. Alla olevasta kuvassa 15 näkyy molempien koneiden käyttökustannukset. Arvot on laskettu sisältäen koneiden arvioidun takaisinmaksun, joten luvut ovat suuntaa antavia. Kuitulaserin suuremmat investointikustannukset saavat aikaan suuremmat luvut kuin käytännössä ne voisivat olla. Laskelmasta kohdasta 16 kuitenkin nähdään, että LPe6f-kombikoneen käyttö on halvempaa kuin L6:n käyttö.

TAULUKKO 4. Koneiden käyttökustannukset (Prima Power Oy 2015)

Variable Costs	L6		LPe6	
El.-energy consumption	48,00	kW	9,00	kW
El.-energy Price per kWh	0,10	€/kWh	0,10	€/kWh
13 El.-energy consumption cost (80%)	3,84	€/h	0,72	€/h
Laser gas cost / hour	0,52	€/h	0,00	€/h
Maintenance costs / year	10 000,00	€/Year	10 000,00	€/Year
14 Tool costs	0,00	€/h	1,00	€/h
15 Maintenance costs / hour	3,19	€/h	3,19	€/h
Service Costs / hour (incl. Spare parts)	0,50	€/h	0,30	€/h
16 Variable Machinecosts (13)+(14)oder(13)+(15)	8,05	€/h	5,21	€/h
Other Costs				
17 Operator costs	28,05	€/h	28,05	€/h
18		€/h		€/h
19		€/h		€/h
20 Other Costs (17)+(18)+(19)	28,05	€/h	28,05	€/h
21 Machine hour costs (12)+(16)+(20)	76,01	€/h	75,44	€/h
22 Time per sheet (Timestudy sheet)	15,00	min	15,00	min
23 Parts / sheet (Timestudy sheet)	10,00	pcs	10,00	pcs
24 Parts times (Timestudy sheet)	1,5	min	1,5	Part
25 Machine costs per part	1,90	€	1,89	€
26 Material costs per part	5,00	€	5,00	€
Costs per part (25)+(26)	6,90	€	6,89	€

Jos yritys haluaisi karsia käyttökustannuksia, tulisi LPe6f-konetta käyttää miehittämättömänä mahdollisimman paljon. Koneen käyttö ilman operaattoria onnistuisi esimerkiksi yön aikana. Operaattorin vuoron päättyessä hän käynnistäisi koneen ja se jäisi työskentelemään yksin. Tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista, jos ei ole tarpeeksi työtä, jota tehdä. Koneen ollessa ilman käyttöä nousevat myös kaikki muut kulut, koska tuotantoa ei ole.

4.5 Levyn käyttö

Kustannuksia tulee myös materiaalin käytöstä, ja ne eroavat koneiden välillä. Nestaukset pyritään tekemään niin, että mahdollisimman suuri osuus levystä käytetään ja kierrätykseen menisi mahdollisimman vähän materiaalia.

Levymateriaalia pyritään käyttämään järkevästi; jos esimerkiksi osia on vähän ja levyä ei käytetä kokonaan, nestataan osat levyille niin, että jäljelle jäänyt materiaali pystytään hyödyntämään myöhemmin.

Koneissa on oletusasetukset osien välien etäisyyksille toisistaan levyllä. Molemmilla koneilla tämä oletusasetus on 8 millimetriä. L6-koneella osien väli ei tosin ole pakollinen, vaan ne voivat olla kiinni toisissaan, jos osissa on esimerkiksi suoria muotoja. Tämä johtuu siitä, että L6-koneessa leikattava levy pysyy paikoillaan ja leikkauspää liikkuu, joten levyyn ei kohdistu voimia, jotka voisivat esimerkiksi vääntää sitä. Kun osat voidaan laittaa kiinni toisiinsa, saadaan levyn pinta-ala käytettyä paremmin hyödyksi ja hukkaan menevä materiaali vähenee (kuva 16 ja 17).

Setup Report L6

4			4			4			
4			4			4			
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

NC file name:	183002.nc	Material:	DC01(O2), 3mm
Clamps:	1@105 2@1006 3@2007 4@3005	Sheet size:	3000x1500
Utilisation:	89.9%	Sheets:	1
Time:	17:38		

KUVA 16. L6-laserille tehty esimerkinestaus

LPe6f-kombikoneen työstäessä levy liikkuu ja leikkauspää on paikallaan. Tästä syystä levyllä olevissa osissa on aina oltava jokin väli. Levyn on pysyttävä yhtenä kappaleena, jotta työstön päätyttyä robotti pystyy poimimaan kierrätykseen menevän jätetalan pois työstöalueelta. Jos levy ei pysy yhtenä kappaleena, se voi vääntyä tai aiheuttaa muita ongelmia työstössä. Esimerkiksi jos levy vääntyy ja jää jumiin työstöalueella, keskeytyy koko työstö. Osien väli riippuu myös materiaalin paksuudesta ja väli kasvaa aina sitä mukaan, mitä ohuempaa se on. Tästä voidaan päätellä, että ohuesta levystä ei pystytä hyödyntämään yhtä paljon pinta-alaa kuin paksummasta materiaalista. Näin ollen ohuemman materiaalin hyötysuhde ei välttämättä ole yhtä hyvä kuin paksummassa.

Setup Report

LPE6F_LSR_HALTON

2	2	2	1
2	2	2	
2	2	2	
2	2	2	

NC file name:	1436001.xml	Material:	DC01, 3mm
Clamps:	1@350 2@1039 3@1729 4@2418	Sheet size:	3000x1500
Utilisation:	72.7%	Sheets:	1
Time:	19:57		

KUVA 17. LPe6f-kombikoneelle tehty esimerkki nestaus

Kuvat 16 ja 17 havainnollistavat aiemmin mainittua osien välissä olevaa tilaa. Esimerkeissä nestattuna on yksi yleisimmistä lasereilla leikattavista osista. Kuvissa näkyvä utilisation eli levyn käyttöprosentti on yleensä suurempi L6-laserissa. Käyttöprosentti tietenkin vaihtelee leikattavien osien mukaan, eikä koko levyä aina pystytä hyödyntämään yhtä hyvin. Liitteistä 1 ja 2 käyttöprosenttia pystytään myös tarkastelemaan. Liitteenä olevissa nestauksissa on molemmille koneille tehty samat osat, joten levyn käyttöprosentti on niissä periaatteessa sama. Viimeisestä L6-laserilla leikatusta levystä tosin jää yli puolet käyttämättä, ja se pystytään hyödyntämään tarvittaessa myöhemmin, kun taas kombikoneella leikatuista levyistä ei jää jäljelle kuin kierrätykseen menevää materiaalia.

5 YHTEENVETO JA TULOKSET

Työn aiheeseen laser- ja kombikoneen käytön optimointiin vaikuttaa hyvin monta asiaa. Tavoitteisiin kuuluneeseen tasaiseen kuormitukseen päästään ottamalla käyttöön selkeä työnjakoon liittyvä ohjeistus kahden koneen välillä. Selkein jakoon vaikuttava asia on koneella työstettävän sarjan koko. Kun osia on sarjassa paljon tai sarjaan käytetään materiaalia yli kaksi levyä, kannattaa työ ohjata suoraan LPe6f-kombikoneelle. Tämä siitä syystä koska toisessa koneessa on kaksi leikkuukelkkaa ja vaatii operaattorin jatkuvaa työskentelyä. L6-koneella taas soveltuvat hyvin lyhyemmät sarjat sekä kiireiset paikat. Tämän kaltainen työskentelytapa on soveltuva, koska tilausten koko vaihtelee ja ne eivät ole aina samanlaisia.

Leikattavien osien ominaisuudet vaikuttavat myös paljon valintaan kannattaako käyttää kumpaa konetta. Kombikoneessa olevalla mekaanisella työstöllä on nopea ja energiatehokas tehdä esimerkiksi reiät lyömällä, kuin että reiät tehtäisiin laserilla. Laser kuluttaa paljon energiaa kun se läpäisee materiaalin ja reikää tehdessä se ampuu levystä ensin teholla läpi ja pyöräyttää reiän kehän. Osat siis missä on paljon reikiä on etenkin käyttökustannusten kannalta kannattavampaa tehdä kombikoneella.

Esimerkiksi ajan käytön kannalta pienet osat suurissa sarjoissa kannattaa ajaa kombikoneella sen ominaisuuksien vuoksi. Kombikone lajittelee osat sitä mukaan kun ne valmistuvat, kun taas jos pieniä osia ajettaisiin L6 laserilla joutuisi operaattori käyttämään huomattavan paljon aikaa osien purkamiseen leikkuukelkalta. Kombikoneen automaatio mahdollistaa pitkien sarjojen työstämisen ilman operaattoria, jolloin yövuorossa ei tarvitsisi operaattoria. Tehokkaampaan ajan käyttöön auttaa myös se, että esivalmistelut jäisivät mahdollisimman vähälle. LPe6f-kombikoneen esivalmisteluihin kuluu huomattavan paljon aikaa verrattuna toiseen koneeseen, joten tehokkaan työskentelyn edellytyksenä olisi että kone olisi käynnissä mahdollisimman pitkiä jaksoja. Näin aikaa säästyisi materiaalien vaihdoilta ja valmisteluilta, jonka seurauksena aikaa jäisi enemmän muihin työtehtäviin.

Työn toteutus voisi olla hyvin erilainen myöhemmin, koska uusi kone ei ole ollut yrityksessä pitkään käytössä eikä sen kaikkia ominaisuuksia ole vielä hyödynnetty tuotannossa. Mekaaninen työstö antaa paljon uusia mahdollisuuksia tuotteiden valmistuksessa. Asetelmaa voi suuresti muuttaa se, tekisikö uusi kone esimerkiksi kierteet, mahdolliset kanttaukset tai muut muodot jo alkutuotannossa. Onko kaikki mahdollinen, mitä kombikoneella pystytään tekemään kustannusten, ajan käytön ja tuotannon kannalta kannattavaa tehdä koneella vai perinteiseen tapaan niin kuin aiemmin. Tämä olisi mielestäni tulevaisuudelle yksi tärkeä tutkimus ja kehityskohde.

LÄHTEET

Finn-Power Oy. 2006 L6 Technical information [viitattu 16.1.2015]

Halton Oy. 2014a. Tietoa Haltonista [viitattu 26.9.2014] Saatavissa:

<http://www.halton.fi/halton/fi/cms.nsf/www/about>

Halton Oy. 2014b. Liiketoiminta-alueet [viitattu 26.9.2014] Saatavissa:

<http://www.halton.fi/halton/fi/cms.nsf/pages/59FF39FAFA494B80C22571EA0038CC0F?opendocument>

Halton Oy. 2014c. Halton Marine & Energia [viitattu 26.9.2014] Saatavissa:

<http://www.halton.fi/halton/fi/cms.nsf/www/marine&energia>

Intolog Oy. Laserkeskus Oy:n levyt järjestykseen [viitattu 7.5.2015] Saatavissa:

<http://www.intolog.fi/fi/ratkaisut+ja+esimerkit/referenssikuvaukset/laserkeskus/>

Kujanpää, V. Salminen, A. & Vihinen, J. 2005 Lasertyöstö. Helsinki:

Teknoliateollisuus.

Prima Power Oy. 2014 LPe6f Technical information [viitattu 16.1.2015]

Teknologiakeskus KETEK Oy 2014. Laserleikkauksen ominaispiirteet

[viitattu 23.10.2014] Saatavissa:

http://www.laserco.fi/lasertiedostot/Laserleikkaus_perusteet.pdf

Veslatec Oy. 2014. Laserteknologia [viitattu 29.9.2014] Saatavissa:

<http://www.veslatec.com/yritys/laserteknologia/>

Wikipedia. 2014. Laserleikkaus (teollisuus) [viitattu 29.9.2014] Saatavissa:

[http://fi.wikipedia.org/wiki/Laserleikkaus_\(teollisuus\)](http://fi.wikipedia.org/wiki/Laserleikkaus_(teollisuus))

LIITTEET

LIITE 1. L6-laserin testinestit



Setup Report L6

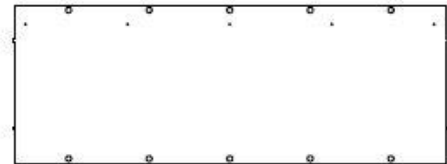
Run name: 183 Run time: 1:08:19
Material: DC01(O2), 3.00mm Sheets: 5
Note:

NC-program	Sheet size	Quantity	Utilisation	Time
183001.nc	3000.00 x 1500.00	1	89.90	17:58
183002.nc	3000.00 x 1500.00	1	89.90	17:38
183003.nc	3000.00 x 1500.00	2	84.30	12:39
183004.nc	3000.00 x 1500.00	1	38.30	7:25

Station	Tool	Load angle	Hits	Die	Size
---------	------	------------	------	-----	------

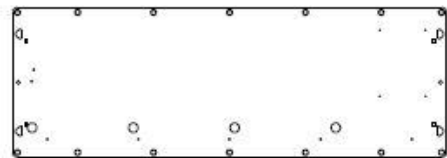
36 x 71010800_3_02

Work order:
Customer:
Due date: 23.1.2015
Sorting:
Time: 0:48
Size: 809.000 x 295.042
Weight: 5.523
Revision:
Note:



16 x 71000800_3_02

Work order:
Customer:
Due date: 23.1.2015
Sorting:
Time: 1:07
Size: 858.000 x 295.042
Weight: 5.834
Revision:
Note:



2 x 7100600_3_02

Work order:

Customer:

Due date: 23.1.2015

Sorting:

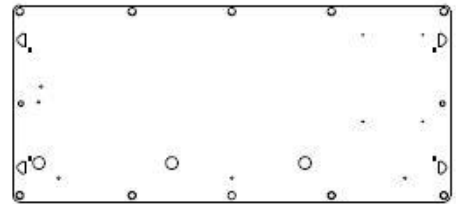
Time: 1:03

Size: 658.000 x 295.042

Weight: 4.471

Revision:

Note:



16 x 71030800_3_02

Work order:

Customer:

Due date: 23.1.2015

Sorting:

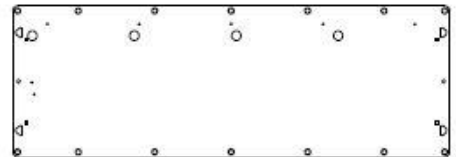
Time: 1:06

Size: 858.000 x 295.042

Weight: 5.835

Revision:

Note:



2 x 71030600_3_02

Work order:

Customer:

Due date: 23.1.2015

Sorting:

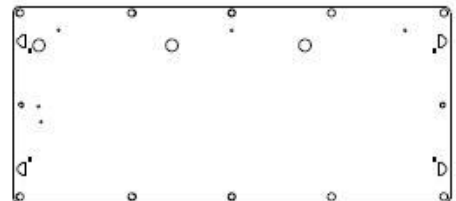
Time: 1:00

Size: 658.000 x 295.042

Weight: 4.472

Revision:

Note:



LIITE 2. LPe6f-kombikoneen testinestit



Setup Report

LPE6F_LSR_HALTON

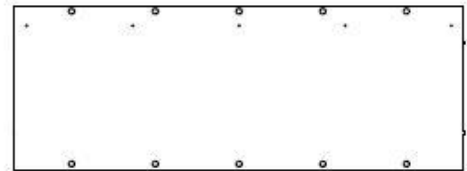
Run name: 1436 Run time: 1:32:51
 Material: DC01, 3.00mm Sheets: 5
 Note:

NC-program	Sheet size	Quantity	Utilisation	Time
1436001.xml	3000.00 x 1500.00	1	72.70	19:57
1436002.xml	3000.00 x 1500.00	1	72.70	19:40
1436003.xml	3000.00 x 1500.00	1	79.90	20:10
1436004.xml	3000.00 x 1500.00	1	79.00	15:45
1436005.xml	3000.00 x 1500.00	1	82.40	17:19

Station	Tool	Load angle	Hits	Die	Size
---------	------	------------	------	-----	------

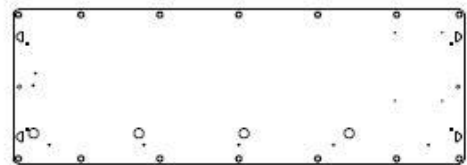
36 x 71010800_3_N2

Work order:
 Customer:
 Due date: 21.1.2015
 Sorting: Pick up cutting head
 Time: 1:03
 Size: 809.000 x 295.042
 Weight: 5.523
 Revision:
 Note:



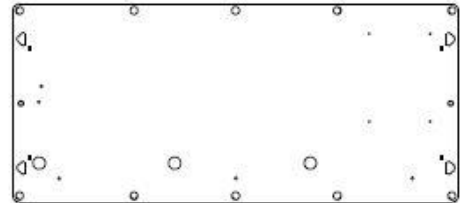
16 x 71000800_3_N2

Work order:
 Customer:
 Due date: 21.1.2015
 Sorting: Pick up cutting head
 Time: 1:35
 Size: 858.000 x 295.042
 Weight: 5.834
 Revision:
 Note:



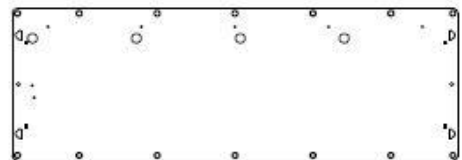
2 x 71000600_3_N2

Work order:
Customer:
Due date: 21.1.2015
Sorting: Pick up cutting head
Time: 1:22
Size: 658.000 x 295.042
Weight: 4.471
Revision:
Note:



16 x 71030800_3_N2

Work order:
Customer:
Due date: 21.1.2015
Sorting: Pick up cutting head
Time: 1:32
Size: 858.000 x 295.042
Weight: 5.835
Revision:
Note:



2 x 71030600_3_N2

Work order:
Customer:
Due date: 21.1.2015
Sorting: Pick up cutting head
Time: 1:17
Size: 658.000 x 295.042
Weight: 4.472
Revision:
Note:

